VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 169
DIE STAATLICHE LANDWIRTSCHAFTLICHE VERSUCHSTÄTIGKEIT
VERÖFFENTLICHUNG Nr 169

ERILAISTEN TYPPILANNOITTEIDEN VAIKUTUKSEN VERTAILUA

KENTTÄKOKEIDEN TULOKSIA VUOSILTA 1952—56

MARTTI SALONEN

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
MAANVILJELYSKEMIAN JA -FYSIIKAN LAITOS
TIKKURILA

REFERAT

VERGLEICH DER WIRKUNG VERSHIEDENER STICKSTOFFDÜNGEMITTEL

ERGEBNISSE VON FELDVERSUCHEN AUS DEN JAHREN 1952—56

HELSINKI 1958

VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 169
DIE STAATLICHE LANDWIRTSCHAFTLICHE VERSUCHSTÄTIGKEIT VERÖFFENTLICHUNG Nr 169

ERILAISTEN TYPPILANNOITTEIDEN VAIKUTUKSEN VERTAILUA

KENTTÄKOKEIDEN TULOKSIA VUOSILTA 1952—56

MARTTI SALONEN

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
MAANVILJELYSKEMIAN JA -FYSIIKAN LAITOS
TIKKURILA

REFERAT

VERGLEICH DER WIRKUNG VERSHIEDENER STICKSTOFFDÜNGEMITTEL

ERGEBNISSE VON FELDVERSUCHEN AUS DEN JAHREN 1952—56

HELSINKI 1958

Sisällysluettelo

Saapunut 26. 3. 1958

Nach dem Ausland wird diese Veröffentlichung durch die Bibliothek des Landwirtschaftlichen Forschungszentrums, Tikkurila, Finnland erhältlich.

Helsinki 1958. Valtioneuvoston kirjapaino

Johdanto

Suomessa on kalkkisalpietari ollut suosituin typpilannoite kauppaan tulostaan asti (Pohjakallio 1934, s. 9 ja Väkilannoitteet maataloutemme kohottajina s. 61). Se onkin erittäin hyvä typpilannoite sellaisissa oloissa kuin meillä, missä kasvukausi on lyhyt ja maat yleisesti liian happamia. Jo pitkähkön aikaa on meillä käytetty pieniä määriä myös ammoniumsulfaattia. Kalkkisalpietarin rinnalle on viime aikoina tullut myös muita typpilannoitteita, erityisesti sellaisia, joiden typpi on osaksi ammoniumtyppenä. Varsinkin sodan jälkeen typpilannoitteiden saannin ollessa vaikeaa käytettiin eräinä vuosina melkoisia määriä ammoniumnitraattia joko sellaisenaan tai kovettumisen vähentämiseksi erityisesti käsiteltynä, silloin ammonsalpietari-nimisenä. Vasta sodan jälkeen on meillä esiintynyt kaupassa myös ns. ammoniumsulfaattisalpietari, kauppanimellä montansalpietari. Pieniä määriä on ollut kaupassa myös ulkolaista kalkkiammonsalpietaria. Sen jälkeen kun *Typpi Oy* syksyllä 1952 alkoi tuottaa kotimaista kalkkiammonsalpietaria nimellä oulunsalpietari, tuli erilaisten typpilannoitteiden vaikutuksen vertailu hyvin ajankohtaiseksi.

Meillä lukuisasti suoritetuissa lannoituskokeissa on typen kohdalla eniten tutkittu sen vaikutusta sinänsä käyttäen typpilannoitteena yleensä kalkkisalpietaria (Pohjakallio 1934). Erilaisten typpilannoitteiden vertailukokeita on myös ollut. Tärkeimmän yhteenvedon niistä on julkaissut Tuorila 1949. Tämän aineiston kokeissa on ollut 2 eri määrää verrattavia lannoitteita, mikä lisää tulosten varmuutta. Kalkkisalpietarin ja kalkkiammonsalpietarin vertailukokeissa (102 kpl) tuli kalkkiammonsalpietarin vaikutuksen suhdeluvuiksi pienemmällä määrällä 97 ja suuremmalla 99, kun kalkkisalpietarin vaikutus = 100. Kalkkisalpietarin ja ammoniumsulfaatin vertailuissa (104 koetta) tuli vastaavasti ammoniumsulfaatin vaikutuksen suhdeluvuiksi keskim. 87 ja 90. Näiden koetulosten mukaan on kalkkiammonsalpietari meillä suunnilleen kalkkisalpietarin veroista, mutta ammoniumsulfaatti selvästi huonompaa.

Ulkomaiden runsaasta erilaisten typpilannoitteiden vertailua koskevasta kirjallisuudesta mainittakoon tässä vain Saksassa äskettäin 4 971 kenttäkokeen tulosten perusteella tehty tutkimus, HUPPERT ja BUCHNER 1953. Siinä on selvitetty mm., millaisissa olosuhteissa ovat suositeltavia salpietarit, millaisissa ammoniumsuolat ja milloin on paikallaan käyttää sekä nitraattia että ammoniumia sisältäviä lannoitteita, jollaista on mm. kalkkiammonsalpietari. Aivan viimeisimpiä tutkimuksia asiasta on julkaissut LAGERROTH (1957).

Typpilannoitteiden vertailukokeet 1952—56

Keväällä —52 pantiin alkuun uusi sarja typpilannoitteiden vertailukokeita, joissa samaan kokeeseen otettiin kaikki meillä kaupassa esiintyvät typpilannoitteet paitsi kalkkityppeä, joka luonteeltaan ja käyttömahdollisuuksiltaan poikkeaa niin paljon muista typpilannoitteista, että sen käyttöarvon selvittäminen vaatii erikoiskokeita (vrt. esim. FRANCK 1955). Vertailukokeen kaava on:

		Typpilannoite	Määrä kg/ha
a	Alusl. fosf. ja kalilla		
b	» » » »	+ kalkkisalpietari	200
c	» » » »	+ kalkkiammonsalpietari —52	150
		oulunsalpietari —53—56	125
d	» » » »	+ ammonsalpietari	100
e	» » » »	+ montansalpietari	120
f	» » » »	+ ammoniumsulfaatti	150

Kaikissa eri lannoitteissa tulee typpeä sama määrä, joka korsiviljoille ja nurmille on 31 kg/ha. Mikäli koekasvina on peruna tai juurikasvit, annetaan niille määrät kaksinkertaisina, 62 kg/ha typpeä. Kun kokeet aloitettiin jo keväällä —52, käytettiin tänä ensimmäisenä vuotena koejäsenessä c ulkolaista 20.5 % kalkkiammonsalpietaria, myöhempinä vuosina 25 % oulunsalpietaria. Seuraavassa esiintyvä merkintä oulunsalpietari merkitsee myös v:n —52 aikana sen sijasta käytettyä ulkolaista kalkkiammonsalpietaria, mutta kaikkina muina vuosina oulunsalpietaria; on nimittäin katsottu, että näiden aineiden vaikutuksella ei voi olla sanottavaa eroa (vrt. taul. 1).

Kokeita järjestettiin sekä 1-vuotisina, jollaisia ovat kaikki paikalliskokeet, että monivuotisina uusintalannoituskokeina, jollaisia ovat kokeet koeasemilla ja kiinteillä koekentillä. Monivuotiset kokeet suunniteltiin 5 vuotta kestäviksi, ja niissä oli tarkoitus selvittää erilaisten typpilannoitteiden jatkuvan käytön vaikutusta satotasoon ja maan happamuuteen.

Sääsuhteista ajalta 1952—56, jolta koetulokset ovat, mainittakoon lyhyesti seuraavaa: kesä —52 oli viileä ja sateinen, —53 aikainen, lämmin ja sateinen, —54 viileä ja sateinen, —55 myöhäinen, lämmin ja hyvin kuiva, —56 myöhäinen, varsinkin loppukesästä viileä ja suuressa osassa maata sateinen. Kokeiden aikainen 5-vuotiskausi oli keskimääräistä kylmempi ja sateisempi.

Satotulokset eri viljelyskasveilla

Seuraavassa tarkastellaan kokeiden tuloksia useiden kokeiden keskiarvoina. Kuhunkin ryhmään on aina otettu kaikki asiaan kuuluvat hyväksyttävät kokeet. Pois on karsittu vain kokeet, joissa on jokin ilmeinen virhe tai epäonnistuminen, mutta esim. lannoituksen vaikutuksen ilmenemättä jääminen tai negatiivisuus ei ole aiheuttanut karsimista.

Eri kasveilla saatujen tulosten vertailuihin on otettu ao. kasvin kohdalta tulokset sekä 1-vuotisista että monivuotisista kokeista. Niin on tehty, jotta aineisto saataisiin suuremmaksi, ja niin on katsottu voitavan tehdä, sillä, kuten myöhemmässä yhteydessä (s. 16 taul. 9) nähdään, jonkin typpilannoitteen jatkuva käyttö ei vielä aineistossa esiintyvän enintään 5 vuoden aikana ole ratkaisevasti vaikuttanut satotasoon.

Sadot ja sadonlisäykset on tarkastelussa esitetty rehuyksikköinä, jotta eri kasvilajien vertailu olisi helpompaa ja voitaisiin tehdä yhteenvetoja eri kasvilajeista. Rehuyksikköön (ry) on laskettu 2.5 kg heiniä, 1 kg ohran tai kevätvehnän jyviä ja 1.2 kg kauran jyviä. Olkisatoja ei ole otettu lainkaan mukaan.

Kun kokeiden lukumäärä on verraten pieni ja vertailuissa niiden jakautuminen eri ryhmiin voi olla hyvinkin epätasaista, ovat kaikki keskiarvot ns. punnittuja (painollisia), jolloin jokainen yksityinen koe vaikuttaa saataviin keskiarvoihin samalla tavalla ryhmittelyistä riippumatta.

Typpilannoituksen vaikutus on näissä kokeissa ollut siinä määrin selvä, että se keskimäärin ja myös ryhmissä on ollut tilastollisesti hyvin merkitsevä, joskin on muutamia yksityisiä kokeita, joissa satoerot ovat voineet jäädä merkitsevyyden alapuolelle. Tässä yhteydessä on kuitenkin tärkeintä eri typpilannoite l a j i e n vaikutuksen kesken mahdollisesti ilmenevien erojen merkitsevyys. Sen selvitys on tehty tavanomaisin menetelmin (Bonnier ja Tedin 1940, s. 76—91). Mahdollisimman suuren havainnollisuuden saamiseksi on tilastollisten selvittelyjen tulokset ilmaistu ns. merkitsevänä erotuksena niissä kohdissa, missä laskelmat on suoritettu. Erilaisten typpilannoitteiden vaikutusten erojen pienuuden sekä aineiston suppeuden ja melkoisen kirjavuuden takia erot eivät läheskään aina ole merkitseviä.

Mainittakoon, että näiden kokeiden tuloksista on aikaisemmin annettu pari suppeaa edeltävää tiedonantoa, Salonen 1954 ja 1955.

Nurmet

Koetuloksia on eniten nurmista. Niistä on e r i v u o s i n a saatu taulukossa 1 esitetyt tulokset.

Typpilannoituksen vaikutuksessa yleensä on hieman eroa eri vuosina; paras vaikutus on ollut kuivana vuotena —55, mutta suotuisana vuotena

—53 lähes yhtä hyvä. Vertailujen helpottamiseksi vaikutusluvut on ilmoitettu kauttaaltaan myös suhdelukuina, jotka ilmoittavat, montako prosenttia vaikutus on ollut kalkkisalpietarin vastaavasta vaikutuksesta. Saadut suhdeluvut ovat melko tasaisia; vain ammoniumsulfaatti erottuu muita huonommaksi. Huomiota kiinnittää se, että kalkkiammonsalpietarioulunsalpietari on kaikkina vuosina antanut hieman parempia sadonlisäyksiä kuin kalkkisalpietari.

Taulukko 1. Nurmilta eri vuosina saadut keskimääräiset tulokset.

Tabelle 1. Die in den verschiedenen Jahren bei Kleegras erhaltenen durchschnittlichen Ergebnisse.

Vuosi *Jahr*	Kokeiden lukum. *Anzahl der Versuche*	Sato PK-lann. ry *Ertrag bei PK-Düngung*	31 kg typpeä antanut sadonlisäystä *31 kg Stickstoff gab Mehrertrag*									
			kalkkisalp. ry sl *Kalksalp.*		kalkkiammonsalp. 52 oulunsalp. 53 – 56 ry sl *Kalkamm. salp. 52 Oulu-Salp. 53 —56*		ammonsalp. ry sl *Ammonsalp.*		montansalp. ry sl *Montansalp.*		ammoniumsulf. ry sl *Ammoniumsulf.*	
		FE	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*
1952	42	1 854	439	100	468	107	467	106	424	97	445	101
—53	33	1 539	563	100	574	102	558	99	597	106	565	100
—54	20	1 747	459	100	466	102	482	105	451	98	393	86
—55	15	1 598	617	100	634	103	569	92	550	89	538	87
—56	17	1 540	477	100	499	105	477	100	450	94	416	87
Keskim. —53—56 — *Im Mittel*	85	1 598	513	100	544	103	526	99	525	99	490	92
Keskim. —52—56 — *Im Mittel*	127	1 683	501	100	519	104	506	102	492	98	475	95

Taulukkoon 1 on merkitty erikseen keskiarvot vuosilta —53—56 ja —52—56. Kun v. —52 oli mukana ulkolainen kalkkiammonsalpietari ja vuosina —53—56 oulunsalpietari, voidaan ajatella, että v:n —52 tulokset osoittaisivat ulkolaisen ja v:en —53—56 tulokset kotimaisen kalkkiammonsalpietarin (= oulunsalpietarin) arvoa. Tällaiseen vertailuun on kuitenkin kovin vähän mahdollisuuksia, kun nämä aineet ovat olleet mukana eri vuosina ja ulkolaisesta tuotteesta on tulokset vain yhdeltä ainoalta kasvukaudelta.

Taulukkoon 2 on laskettu tulokset n u r m i e n i ä n mukaan ryhmitettynä. Typen vaikutus on nuorilla nurmilla yleisesti ollut suurempi kuin vanhemmilla. Luvuissa tulee näkyviin, joskaan ei kovin selvänä, sellainen piirre, että ammoniumia sisältävät lannoitteet ovat kalkkisalpietariin verrattuna vanhemmille nurmille edullisempia kuin nuoremmille. Mikäli tämä

suuntaus on todellinen eikä vain näennäinen ja sattumasta johtuva, voisi se johtua nurmien kasvilajikokoonpanon muuttumisesta iän mukana. Nurmet ovat olleet tavanomaisia apila-timoteinurmia. Niiden kasvilajikokoonpanosta on täsmälliset tiedot vain osasta kiinteillä koekentillä olleita kokeita. Keskimäärin on nurmien apilapitoisuus ollut pieni.

Taulukko 2. Tulokset eri-ikäisiltä nurmilta.

Tabelle 2. Ergebnisse bei Kleegras verschiedenen Alters.

Nurmen ikä *Alter der Kleegrasschlages*	Kokeiden lukum. *Anzahl der Versuche*	Sato PK-lann. ry *Ertrag bei PK-Düngung*	31 kg typpeä antanut sadonlisäystä *31 kg Stickstoff gab Mehrertrag*									
			kalkkisalp. ry sl *Kalksalp.*		oulunsalp. ry sl *Oulusalp.*		ammon-salp. ry sl *Ammonsalp.*		montan-salp. ry sl *Montansalp.*		ammonium-sulf. ry sl *Ammoniumsulf.*	
		FE	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*
1. v:n nurmet — *1-jähr. Kleegras*	31	1 390	603	100	599	99	605	100	576	96	552	92
2. v:n nurmet — *2-jähr. Kleegras*	41	1 838	519	100	486	94	540	104	519	100	493	95
3. v:n nurmet — *3-jähr. Kleegras*	39	1 698	440	100	463	105	425	97	412	96	418	95
4. ja 5. v:n nurmet — *4- und 5-jähr. Kleegras*	16	1 815	402	100	457	114	428	106	404	100	418	104
Kaikki — *Alle*	127	1 683	501	100	519	104	506	102	492	98	475	95

Nurmilla eri maalajeilla saadut tulokset on esitetty taulukossa 3. Aineisto on suppeutensa vuoksi jaettu vain kolmeen maalajiryhmään. Taulukkoon on merkitty myös tilastollisesti merkitsevät erot.

Taulukko 3. Tulokset nurmista eri maalajeilla.

Tabelle 3. Ergebnisse bei Kleegras auf verschiedenen Bodenarten.

Maalajiryhmä *Bodenartengruppe*	Kokeiden lukum. *Anzahl der Versuche*	Sato PK-lann. ry *Ertrag bei PK-Düng. FE*	31 kg typpeä antanut sadonlisäystä *31 kg Stickstoff gab Mehrertrag*										Merkitsevä ero ry *Signifikante Differenz*
			kalkki-salp. ry sl *Kalksalp.*		oulun-salp. ry sl *Oulusalp.*		ammon-salp. ry sl *Ammonsalp.*		montan-salp. ry sl *Montansalp.*		ammo-niumsulf. ry sl *Ammoniumsulf.*		
			FE	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*
Hietamaat — *Feinsandböden*	55	1 840	470	100	488	104	480	102	487	104	467	99	ei merk. — *nicht sign.*
Savi- ja hiesumaat — *Ton- und Schluffböden*	41	1 663	470	100	488	104	459	98	429	91	425	90	45*
Turve- ja multamaat — *Torf- und Mullböden*	31	1 391	597	100	614	103	615	103	582	97	555	93	ei merk. — *nicht sign.*
Kaikki maalajit — *Alle Bodenarten*	127	1 683	501	100	519	104	506	102	492	98	475	95	ei merk. — *nicht sign.*
Ero verr. kalkkisalpiet. — *Diff. gegen Kalksalp.*					18		5		—9		—26		

Hietamaiden ryhmässä on eri typpilannoitelajien vaikutus keskimäärin ollut verraten tasainen; niinpä ei ilmene tilastollista merkitsevyyttäkään. Savi- ja hiesumaiden kohdalla erot ovat suuremmat; niinpä montansalpietari ja ammoniumsulfaatti ovat lähes tilastollisella varmuudella olleet huonompia kuin muut. Turve- ja multamaitten ryhmässä on typpilannoituksen vaikutus ollut suurempi kuin kivennäismaiden ryhmässä. Aineiston suppeuden ja suurten vaihteluiden vuoksi turvemaiden ryhmässä ei tule merkitseviä eroja eri lajien välille, mutta ammoniumsulfaatti erottuu muita huonommaksi. Kaikilta maalajeilta saaduissa keskiarvoissa erot jäävät verraten pieniksi, mutta ammoniumsulfaatin huonommuus on lähellä tilastollista merkitsevyyttä.

Kokeiden vähäisen lukumäärän vuoksi voidaan *eri osissa maata havaitun vaikutuksen vertailu* tehdä vain nurmien kohdalla ja siinäkin täytyy rajoittua vertailuun vain kahden alueen, pohjois-Suomen (= Oulun ja Lapin läänit) ja etelä-Suomen (= muu osa maata) välillä. Kun Oulun ja Lapin läänien alueilla ei ole ollut yhtään koetta savi- tai hiesumailla, ei tätä maalajiryhmää ole otettu vertailuun mukaan. Typpilannoitteiden vaikutus eri alueilla nähdään taulukosta 4.

Taulukko 4. Typpilannoitteiden vaikutus nurmilla eri osissa maata.

Tabelle 4. Die Wirkung von Stickstoffdüngemitteln bei Kleegras in verschiedenen Teilen Finnlands.

	Kokeiden lukum. *Anzahl der Versuche*	Sato PK-lann. ry *Ertrag bei PK-Düngung*	31 kg typpeä antanut sadonlisäystä *31 kg Stickstoff gab Mehrertrag*									
			kalkkisalp. ry sl *Kalksalp.*		oulunsalp. ry sl *Oulusalp.*		ammonsalp. ry sl *Ammonsalp.*		montansalp. ry sl *Montansalp.*		ammoniumsulf. ry sl *Ammoniumsulf.*	
		FE	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*
			Hietamaat — *Feinsandböden*									
Etelä-Suomi — *Südfinnland*	34	1 788	474	100	467	99	454	96	456	96	438	92
Pohjois-Suomi — *Nordfinnland*	21	1 925	463	100	521	113	523	113	538	116	512	111
			Multa- ja turvemaat — *Mull- und Torfböden*									
Etelä-Suomi — *Südfinnland*	13	1 432	526	100	565	107	565	107	571	109	516	98
Pohjois-Suomi — *Nordfinnland*	18	1 360	647	100	650	100	652	101	590	91	584	90
			Keskim.hieta- sekä multa- ja turvemaat — *Durchschn. Feinsand- sowie Mull- und Torfböden*									
Etelä-Suomi — *Südfinnland*	47	1 690	488	100	494	101	485	99	488	100	460	94
Pohjois-Suomi — *Nordfinnland*	39	1 665	548	100	581	106	582	106	562	103	545	99

Pohjois-Suomessa on typpilannoitus nurmilla antanut keskimäärin 10—20 % suurempia sadonlisäyksiä kuin Etelä-Suomessa. Näyttää lisäksi siltä, kuin ammoniumia sisältävät lannoitteet olisivat Pohjois-Suomessa edullisempia kuin Etelä-Suomessa; erityisesti näin näyttäisi olevan laita hietamaiden kohdalla. Aineiston suppeuden ja suurten vaihtelujen vuoksi erot eivät kuitenkaan ole merkitseviä.

Korsiviljat

Korsiviljoja on ollut koekasveina harvemmissa kokeissa kuin nurmia. Taulukossa 5 esitetään kevätviljoilla saatuja tuloksia. ensin kukin laji erikseen ja sitten kaikki yhdessä. Vain jyväsadot on ilmoitettu, ja ne on laskettu rehuyksiköiksi.

Kevätvehnää on näissä kokeissa ollut vain kivennäismailla. Sadonlisäyslukujen mukaan näyttäisi siltä, että ammoniumia sisältävät lannoitteet ovat olleet hietamailla parempia kuin kalkkisalpietari, mutta että savimailla asia olisi päinvastoin. Erilaisuus voi kuitenkin johtua pelkästään sattumasta, kun kokeita on vain harvoja. Kevätvehnälle keskimäärin saaduille vaikutusluvuille saadaan sellainen merkitsevyys, että kalkkisalpietari on ollut parempaa kuin oulunsalpietari ja montansalpietari.

Ohralla on typpilannoitus antanut suurempia ja tasaisempia sadonlisäyksiä kuin kevätvehnällä. Ammoniumsulfaatti on kaikilla maalajeilla paljon huonompi kuin muut. Eroihin ei kuitenkaan saada tilastollista merkitsevyyttä.

Kauralla on kokeita hieman enemmän kuin vehnällä ja ohralla. Eri typpilannoitelajien vaikutukset ovat olleet jokseenkin samat.

Kun **kaikki korsiviljakokeiden tulokset yhdistetään**, saadaan aineiston lisääntyessä tilastollinen merkitsevyys hieman paranemaan. Niinpä kalkkisalpietari korsiviljojen lannoitteena on tässä aineistossa tilastollisella varmuudella parempi kuin montansalpietari ja ammoniumsulfaatti. Ilmeisesti on sattumasta johtuvaa, että montansalpietari tulee huonommaksi kuin ammoniumsulfaatti.

Yhdistelmä kaikista kokeista

Jotta saataisiin mahdollisimman selvä käsitys eri typpilannoitelajien keskimääräisistä vaikutuksista kaikissa kokeissa, on taulukkoon 6 merkitty tulokset sekä nurmista että korsiviljoista erikseen eri maalajeilla ja keskimäärät kaikista. Kokeiden koko lukumäärästä on 33 %:ssa ollut koekasvina korsivilja ja lopuissa nurmi. Tämä suhde on melko lähellä meillä käytännössä esiintyvää kasvilajien suhdetta. Siten voitaneen ajatella, että keskimääräiset tulokset tästä koesarjasta jossakin määrin voivat kuvata tuloksia, joita eri typpilannoitelajit antavat meillä yleisessä viljelystavassa.

Taulukko 5. Typpilannoitteiden vaikutus korsiviljojen jyväsatoihin.

Tabelle 5. Wirkung von Stickstoffdüngemitteln auf die Kornerträge von Getreide.

	Kokeiden lukum. *Anzahl der Versuche*	Sato PK-lann. ry *Ertrag bei PK-Düng. FE*	31 kg typpeä antanut sadonlisäystä *31 kg Stickstoff gab Mehrertrag*										Merkitsevä ero ry *Signifikante Differenz*
			kalkkisalp. ry sl *Kalksalp.*		oulunsalp. ry sl *Oulusalp.*		ammonsalp. ry sl *Ammonsalp.*		montansalp. ry sl *Montansalp.*		ammoniumsulf. ry sl *Ammoniumsulf.*		
			FE	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*
Kevätvehnä—*Sommerweizen*													
Hietamaat — *Feinsandböden*	9	1 854	118	100	147	125	193	164	139	118	189	160	
Savi- ja hiesumaat — *Ton- und Schluffb.*	9	2 104	507	100	219	43	238	47	148	29	237	47	
Keskim. — *Im Mittel*	18	1 979	312	100	183	59	216	69	144	46	213	68	
Ero verr. kalkkisalp. — *Diff. gegen Kalksalp.*					—129		—96		—168		— 99		(121)
Ohra — *Gerste*............													
Hietamaat — *Feinsandböden*	7	1 653	351	100	281	80	231	66	254	72	251	72	
Savi- ja hiesumaat — *Ton- und Schluffb.*	7	2 153	229	100	329	144	136	59	197	86	129	56	
Multa ja turvemaat — *Mull- und Torfb.*	4	1 574	712	100	587	82	586	82	648	91	444	62	
Keskim. — *Im Mittel*	18	1 830	384	100	368	96	328	85	320	83	247	64	
Ero verr. kalkkisalp. — *Diff. gegen Kalksalp.*					— 16		—56		— 64		—137		ei merk. — *nicht sign.*
Kaura — *Hafer*													
Hietamaat — *Feinsandböden*	10	1 382	278	100	226	81	308	111	227	82	267	96	
Savi- ja hiesumaat — *Ton- und Schluffb.*	11	2 102	480	100	448	93	527	110	416	87	542	113	
Multa- ja turvemaat — *Mull- und Torfböden*	5	659	627	100	744	119	636	101	608	97	603	96	
Keskim. — *Im Mittel*	26	1 548	431	100	419	97	464	108	380	88	448	104	
Ero verr. kalkkisalp. — *Diff. gegen Kalksalp.*					— 12		33		— 51		17		ei merk. — *nicht sign.*
Keskim. kaikki korsiviljat *Durchschn. alle Getreidearten*													
Hietamaat — *Feinsandböden*	26	1 618	242	100	213	88	286	118	204	84	236	98	
Savi- ja hiesumaat — *Ton- und Schluffb.*	27	2 116	424	100	341	80	329	78	270	64	333	79	
Multa- ja turvemaat — *Mull- und Torfb.*	9	1 065	665	100	674	101	614	92	626	94	532	80	
Keskim. — *Im Mittel*	62	1 755	383	100	336	88	352	92	294	77	321	84	
Ero verr. kalkkisalp. — *Diff. gegen Kalksalp.*					— 47		—31		— 89		— 62		58*

Taulukosta 6 voidaan todeta, että typpilannoitus on nurmilla antanut keskimäärin enemmän rehuyksiköitä kuin korsiviljoilla (vain jyväsadot), mutta niinpä myös ry-sato ilman typpeä on nurmilla ollut alempi kuin korsiviljoilla. Ainoastaan turvemailla ovat nurmilla ja korsiviljoilla saadut sadonlisäykset suunnilleen samat.

Erilaisten typpilannoitelajien vaikutuksen suhteen voidaan todeta, että nurmilla erot ovat pienemmät kuin korsiviljoilla. Maalajien kohdalla eri lajien erot ovat suurimmat savi- ja hiesumaiden ja pienimmät hietamaiden ryhmässä.

Taulukko 6. Yhdistelmä kaikista kokeista.

Tabelle 6. Zusammenstellung aller Versuche.

	Kokeiden lukum. *Anzahl der Versuche*	Sato PK-lann. ry *Ertrag bei PK-Düngung*	31 kg typpeä antanut sadonlisäystä *31 kg Stickstoff gab Mehrertrag*									
			kalkkisalp. ry sl *Kalksalp.*		oulunsalp. ry sl *Oulusalp.*		ammon-salp. ry sl *Ammon-salp.*		montan-salp. ry sl *Montan-salp.*		ammonium-sulf. ry sl *Ammonium-sulf.*	
		FE	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*
Hietamaat — *Feinsandböden*												
Nurmet — *Kleegras*	55	1 840	470	100	488	104	480	102	487	104	467	99
Korsiviljat — *Getreide*	26	1 618	242	100	213	88	286	118	204	84	236	98
Keskim. — *Im Mittel*	81	1 769	397	100	400	101	418	105	396	100	393	99
Savi- ja hiesumaat — *Ton- und Schluffböden*												
Nurmet — *Kleegras*	41	1 663	470	100	488	104	459	98	429	91	425	90
Korsiviljat — *Getreide*	27	2 116	424	100	341	80	329	78	270	64	333	79
Keskim. — *Im Mittel*	68	1 861	452	100	429	95	407	90	366	81	388	86
Multa- ja turvemaat—*Mull- und Torfböden*												
Nurmet — *Kleegras*	31	1 391	597	100	614	103	615	103	582	97	555	93
Korsiviljat — *Getreide*	9	1 065	665	100	674	101	614	92	626	94	532	80
Keskim. — *Im Mittel*	40	1 318	612	100	628	103	615	101	592	97	550	90
Kaikki maalajit — *Alle Bodenarten*												
Nurmet — *Kleegras*	127	1 683	501	100	519	104	506	102	492	98	475	95
Korsiviljat — *Getreide*	62	1 755	383	100	336	88	352	92	294	77	321	84
Keskim. — *Im Mittel*	189	1 707	462	100	459	99	456	99	427	92	425	92
Ero verr. kalkkisalp — *Diff. gegen Kalksalp.*					-3		-6		32		37	
Merkitsevät erot — *Signifikante Differenzen*					26* ja 34** ry *FE*							
1 kg typpeä antanut sadonlisäystä ry — *1 kg Stickstoff gab Mehrertrag FE* ..			14.9		14.8		14.7		13.8		13.7	

Koko aineistoa koskevissa painollisissa keskiarvoissa tulevat kalkkisalpietari, oulunsalpietari ja ammonsalpietari sangen samanveroisiksi, mutta montansalpietari ja ammoniumsulfaatti muita lajeja selvästi huonommiksi. Erotuksille tulee myös tilastolliset merkitsevyydet.

Taulukon 6 alle on merkitty, paljonko sadonlisäystä eri typpilannoitelajit ovat keskimäärin antaneet typpikiloa kohti. Luvut ovat hieman korkeampia kuin TENNBERGin esittämät keskiarvot (Väkilannoitteet maataloutemme kohottajina s. 172).

Maan pH ja eri typpilannoitteiden vaikutus

Useimmista koekentistä on tiedot kokeen alkaessa vesilietoksesta mitatusta maan pH:sta. Kun on hyvin todennäköistä, että maan happamuusasteella on vaikutusta erityyppisten typpilannoitteiden antamiin tuloksiin, on koetulokset ryhmitetty maan pH:n mukaan taulukkoihin 7 ja 8. Aineiston suppeuden vuoksi ryhmityksiä ei ole voitu jäsentää niin pitkälle kuin oikeastaan olisi tarpeen. Niinpä nurmista ja korsiviljoista erikseen tehdyissä vertailuissa, taul. 7, maalajeja ei ole erikseen. Korsiviljat on otettu kaikki yhdessä, vaikka tiedetään, että esim. ohran ja kauran suhtautuminen maan happamuuteen tai lannoitteiden aiheuttamaan happamuuteen on erilainen. Aineistossa ei kuitenkaan voinut todeta selviä eroja tässä suhteessa.

Taulukko 7. Maan pH ja eri typpilannoitteiden vaikutus.

Tabelle 7. pH des Bodens und die Wirkung der verschiedenen Stickstoffdüngemittel.

pH-luokat *pH-Klassen*	Kokeiden lukum. *Anzahl der Versuche*	Sato PK-lann. ry *Ertrag bei PK-Düngung*	31 kg typpeä antanut sadonlisäystä *31 kg Stickstoff gab Mehrertrag*									
			kalkkisalp. ry sl *Kalksalp.*		oulunsalp. ry sl *Oulusalp.*		ammonsalp. ry sl *Ammonsalp.*		montansalp. ry sl *Montansalp.*		ammoniumsulf. ry sl *Ammoniumsulf.*	
		FE	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*
Nurmet — *Kleegras*												
4.8 ja alle — *und darunter*	7	1 077	728	100	747	103	644	88	729	100	667	92
4.9—5.2	13	1 944	614	100	626	102	582	95	642	105	543	88
5.3—5.6	25	1 735	534	100	525	98	561	105	512	96	538	101
5.7—6.0	46	1 633	458	100	476	104	462	101	437	95	430	94
6.1 ja yli — *und darüber*	16	1 467	442	100	412	93	440	100	442	100	428	97
Korsiviljat — *Getreide*												
4.8 ja alle — *und darunter*	2	1 582	939	100	853	91	669	71	719	77	516	55
4.9—5.2	8	1 513	382	100	367	96	467	122	289	76	405	106
5.3—5.6	14	1 584	338	100	315	93	332	98	257	76	302	89
5.7—6.0	30	1 870	319	100	265	83	282	88	199	62	272	85
6.1 ja yli — *und darüber*	4	2 133	325	100	486	150	326	100	397	122	237	73

Taulukko 8. Maan pH ja eri typpilannoitteiden vaikutus eri maalajeilla, kaikki koekasvit.

Tabelle 8. pH des Bodens und die Wirkung der verschiedenen Stickstoffdüngemittel bei verschiedenen Bodenarten, alle Versuchspflanzen.

pH-luokat *pH-Klassen*	Kokeiden lukum. *Anzahl der Versuche*	Sato PK-lann. ry *Ertrag bei PK-Düngung*	31 kg typpeä antanut sadonlisäystä *31 kg Stickstoff gab Mehrertrag*									
			kalkkisalp. ry sl *Kalksalp.*		oulunsalp. ry sl *Oulusalp.*		ammonsalp. ry sl *Ammonsalp.*		montansalp. ry sl *Montansalp.*		ammoniumsulf. ry sl *Ammoniumsulf.*	
		FE	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*	*FE*	*Rel.*
Hietamaat — *Feinsandböden*												
4.9—5.2	12	2 069	436	100	439	101	429	98	540	103	364	83
5.3—5.6	18	1 662	379	100	382	101	443	117	359	95	404	107
5.7—6.0	34	1 707	353	100	348	99	355	101	319	90	361	102
6.1 ja yli — *und darüber*	7	1 654	488	100	418	86	491	101	511	105	481	99
Keskim. — *Im Mittel*	71	1 752	387	100	379	98	403	104	370	96	384	99
Savi- ja hiesumaat — *Ton- und Schluffböden*												
4.9—5.2	1	2 170	1 000	100	733	73	1 570	157	791	79	1 420	142
5.3—5.6	11	1 993	587	100	510	87	480	82	501	85	506	86
5.7—6.0	40	1 817	421	100	396	94	386	92	323	77	341	81
6.1 ja yli — *und darüber*	10	1 792	375	100	415	111	323	86	324	86	336	90
Keskim. — *Im Mittel*	62	1 858	453	100	425	94	411	91	362	80	387	85
Multa- ja turvemaat — *Mull- und Torfböden*												
4.8 ja alle — *und darunter*	9	1 189	775	100	770	99	650	84	727	94	633	82
4.9—5.2	8	1 236	601	100	634	105	571	95	559	93	564	94
5.3—5.6	10	1 456	473	100	454	96	541	114	483	102	454	96
5.7—6.0	2	813	674	100	668	99	720	107	742	110	752	112
6.1 ja yli — *und darüber*	3	835	412	100	489	119	560	136	612	149	359	87
Keskim. — *Im Mittel*	32	1 228	595	100	605	102	592	99	599	101	542	91
Kaikki maalajit — *Alle Bodenarten*												
4.8 ja alle — *und darunter*	9	1 189	775	100	770	99	650	84	727	94	633	82
4.9—5.2	21	1 780	526	100	527	100	538	102	508	97	491	93
5.3—5.6	39	1 681	464	100	450	97	479	103	420	91	453	98
5.7—6.0	76	1 728	402	100	391	97	390	97	341	85	366	91
6.1 ja yli — *und darüber*	20	1 600	418	100	427	102	417	100	433	104	390	93
Keskim. — *Im Mittel*	165	1 690	452	100	440	97	443	98	412	91	416	92

Aineiston suppeuden vuoksi tulee varsinkin äärimmäisiin pH-luokkiin kovin vähän kokeita, minkä vuoksi sattumilla on suuri vaikutus keskiarvoihin. Sekä nurmien että varsinkin korsiviljojen kohdalla ilmenee, että sadot ilman typpilannoitusta paranevat siirryttäessä happamimmasta vähemmän happamaan ja typpilannoituksen antamissa sadonlisäyksissä suunta on päinvastainen. Eri typpilannoitteille saaduissa vaikutusluvuissa tuskin voi todeta selvää suuntausta, mikä nähtävästi johtuu aineiston pienuudesta ja kirjavuudesta.

Taulukossa 8 esitetään maalajiryhmittäin kaikkien niiden kokeiden tulokset, joista on olemassa tiedot maan pH:sta. Siihen on myös merkitty keskiarvot eri ryhmistä ja koko aineistosta. Etteivät nämä ole aivan samat kuin taulukossa 6, johtuu siitä, että taulukkoon 8 ei ole saatu tuloksia kaikista kokeista. Odotettavissa oleva suuntaus, että happamasti vaikuttavien typpilannoitelajien (ammoniumsulfaatti ja montansalpietari) vaikutus kalkkisalpietariin verrattuna olisi huonoin happamimmassa maassa ja paranisi happamuuden vähetessä, tulee tuskin lainkaan näkyviin hietamaiden sekä multa- ja turvemaiden ryhmissä ja sangen epäselvänä savi- ja hiesumaidenkin ryhmässä, varsinkin kun otetaan huomioon, että äärimmäisissä ryhmissä on kovin vähän tapauksia. Paremminkin näyttää olevan niin, että happamasti vaikuttavat typpilannoitteet ovat muita huonompia koko sillä verraten ahtaalla happamuusalueella, jolla kokeita on ollut. Selvimmin tämä tulee näkyviin savi- ja hiesumaiden ryhmässä.

Tulokset 5 vuotta kestäneistä uusintalannoituskokeista

Tutkimuksen suunnitelmaan kuului, että osa kokeista järjestettäisiin 5 vuotta ylläpidettäviksi uusintalannoituskokeiksi. Niistä oli tarkoitus saada selvitystä eri typpilannoitelajien jatkuvan käytön vaikutuksista satotasoon ja maan ominaisuuksiin. Näistä kokeista on kuitenkin suuri osa syystä tai toisesta keskeytynyt, joten suunnitelman mukaiset 5 vuoden tulokset saatiin vain 12 kokeesta. Niistä on 2 koeasemilta ja 10 kiinteiltä koekentiltä.

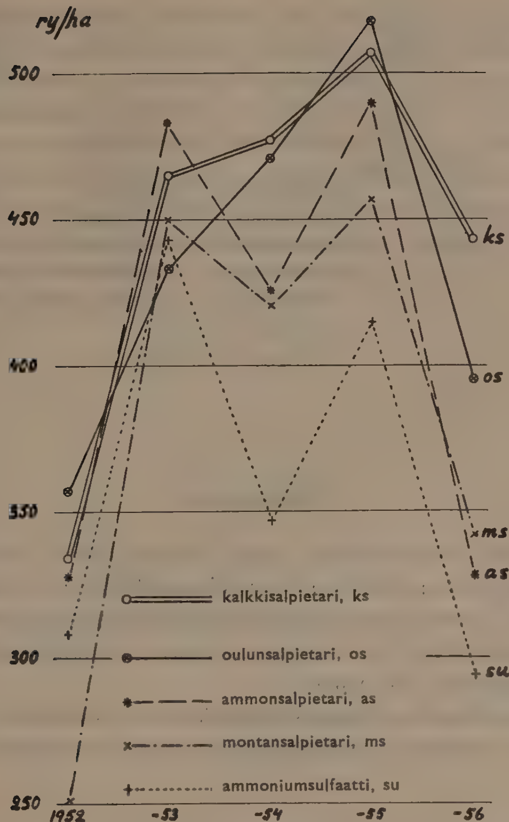
Typpilannoitteiden vaikutuksen kehitys 5 vuoden aikana nähdään taulukosta 9, jossa esitetään monivuotisten kokeiden tulokset maalajiryhmittäin ja keskimäärin. Taulukkoon on merkitty myös kulloinkin viljellyt kasvit, sillä niillä voi olla merkitystä satojen ja sadonlisäysten muodostumisessa.

Sadonlisäysluvuissa (mukavinta on tarkastella suhdelukuja) voidaan todeta sellainen suuntaus, että happamasti vaikuttavien ammoniumsulfaatin ja montansalpietarin antamat sadonlisäykset kalkkisalpietarin antamiin sadonlisäyksiin verrattuna pienenevät vuosien kuluessa. Selvimpänä se tulee näkyviin savi- ja hiesumaiden ryhmässä, jossa myös ammonsalpietarin, jopa oulunsalpietarinkin kohdalla näyttää olevan samantapainen kehitys. Näiden koetulosten mukaan voidaan ammoniumtyppeä joko pelkästään tai osaksi sisältävällä typpilannoitteella alkuun saada samoja sadonlisäyksiä kuin kalkkisalpietarilla, mutta pitkäaikaisessa käytössä vaikutus huononee ja sitä selvemmin, mitä suurempi osa typestä on ammoniumtyppenä. — Kuvassa 1 esitetyistä käyristä nähdään havainnollisesti sadonlisäysten kehitys eri typpilannoitteita käytettäessä.

Taulukko 9. Vuosittaiset tulokset 5-vuotisissa kokeissa.

Tabelle 9. Die jährliche Ergebnisse bei 5-jährigen Versuchen.

Vuosi · *Jahr*	Koekasvit *Versuchspflanzen*	Sato PK-lann. ry *Ertrag bei PK-Düngung* FE	31 kg typpeä antanut sadonlisäystä *31 kg Stickstoff gab Mehrertrag*									
			kalkkisalp. ry sl *Kalksalp.*		oulunsalp. ry sl *Oulusalp.*		ammon-salp. ry sl *Ammon-salp.*		montan-salp. ry sl *Montan-salp.*		ammonium-sulf. ry sl *Ammonium-sulf.*	
			FE	*Rel.*	FE	*Rel.*	FE	*Rel.*	FE	*Rel.*	FE	*Rel.*
Hietamaat, 5 koetta — *Feinsandböden, 5 Versuche*			ei merkitseviä eroja — *keine signif. Diff.*									
52	ohra, vehnä, kaura, kaura, 1. n. — *Gerste, Weiz., Hafer, Hafer, 1. Klgr.*	1 710	161	100	154	96	351	218	225	140	216	134
53	ohra, kaura, 1. n., ohra, 2. n. — *Gerste, Hafer, 1. Klgr., Gerste 2., Klgr*	1 500	543	100	529	97	592	109	523	96	478	88
54	1. n., 1. n., 2. n., 1. n., 3. n. — *1. Klgr., 1. Klgr., 2. Klgr., 1. Klgr., 3. Klgr.*	1 806	371	100	401	108	343	92	386	104	322	87
55	2. n., 2. n., 3. n., 2. n., 4. n. — *2. Klgr., 2. Klgr., 3. Klgr., 2. Klgr., 4. Klgr.*	1 371	533	100	546	102	554	104	475	89	466	87
56	3. n., 3. n., ohra, 3. n., 5. n. — *3. Klgr., 3. Klgr., Gerste 3., Klgr., 5. Klgr.*	1 329	461	100	454	98	388	79	424	92	390	85
	Keskim. koko aikana — *Im Mittel die ganze Zeit*	1 543	415	100	417	100	446	107	407	98	374	90
	Ero verr. kalkkisalp. — ***Diff. gegen Kalksalp.***				2		31		— 8		— 41	
Savi- ja hiesumaat, 5 koetta — *Ton- und Schluffböden, 5 Versuche*			(merk. ero 94* ry — *sign. Diff. 94* FE)*									
52	vehnä, ohra, 1. n., ohra, ohra — *Weizen, Gerste, 1. Klgr., Gerste, Gerste*	1 828	224	100	335	150	194	87	117	52	266	119
53	1. n., ohra, 2. n., 1. n., 1. n. — *1. Klgr., Gerste, 2. Klgr., 1. Klgr., 1. Klgr.*	2 159	305	100	284	93	315	103	326	107	393	129
54	2. n., ohra, 3. n., 2. n., 2. n. — *2. Klgr., Gerste, 3. Klgr., 2. Klgr., 2. Klgr.*	2 003	486	100	431	89	428	88	379	78	246	51
55	vehnä, ohra, 4. n., 3. n., 3. n. — *Weizen, Gerste, 4. Klgr., 3. Klgr., 3. Klgr.*	2 119	328	100	292	89	291	89	274	84	189	58
56	kaura, 1. n., 5. n., vehnä, 4. n. — *Hafer, 1. Klgr., 5. Klgr., Weizen, 4. Klgr.*	1 334	422	100	311	74	220	52	229	54	175	41
	Keskim. koko aikana — *Im Mittel die ganze Zeit*	1 889	353	100	331	94	290	82	265	75	254	72
	Ero verr. kalkkisalp. — ***Diff. gegen Kalksalp.***				— 22		— 63		— 88		— 99	
Turvemaat, 2 koetta — *Torfböden, 2 Versuche*			merk. ero 112* ry — *sign. Diff. 112* FE*									
52	kaura, ohra — *Hafer, Gerste*	1 785	1 042	100	919	87	605	58	657	63	644	62
53	1. n., 1. n. — *1. Klgr., 1. Klgr.*	1 086	668	100	567	85	630	94	577	86	480	72
54	2. n., 2. n. — *2. Klgr., 2. Klgr.*	1 404	720	100	748	104	628	87	616	86	664	92
55	3. n., vih. rehu — *3. Klgr., Grünf.*	1 163	880	100	1 014	115	826	94	869	99	851	97
56	sekuli, 1. n. — *Mischkorn, 1. Klgr.*	768	449	100	461	103	447	100	417	93	355	79
	Keskim. koko aikana — *Im Mittel die ganze Zeit*	1 241	752	100	742	99	627	83	626	83	599	80
	Ero verr. kalkkisalp. — ***Diff. gegen Kalksalp.***				— 10		—125		—125		—153	
Kaikki maalajit, 12 koetta — *Alle Bodenarten, 12 Versuche*			merk. erot 42* ja 51** ry — *sign. Diff. 42* und 51** FE*									
52	2 vehnää, 5 ohraa, 3 kauraa, 2 nurmea — *2 Weizen, 5 Gerste, 3 Hafer, 2 Klgr.*	1 771	334	100	357	107	328	98	251	75	308	92
—53	— 3 » 1 » 8 » — — *3 » 1 » 8 »*	1 705	465	100	433	93	483	104	450	97	443	95
—54	— 1 » — 11 » — — *1 » — 11 »*	1 821	477	100	471	99	426	89	421	88	347	73
55	1 » 1 » 1 vih.r. 9 » — *1 » 1 » 1 Grf. 9 »*	1 648	507	100	518	102	490	97	457	90	415	82
56	1 » 1 » 2 kauraa, 8 » — *1 » 1 » 2 Hafer, 8 »*	1 238	443	100	395	89	328	74	342	77	294	66
	Keskim. koko aikana — *Im Mittel die ganze Zeit*	1 637	445	100	435	98	411	92	384	86	361	81
	Ero verr. kalkkisalp. — ***Diff. gegen Kalksalp.***				— 10		— 34		— 61		— 84	



Kuva 1. Uusintalannoituskokeissa eri vuosina saadut keskim. sadonlisäykset.

Abb. 1. Die durchschnittlichen Mehrerträge in den einzelnen Jahren bei Wiederholungsdüngungsversuchen, FE.

Eri typpilannoitelajien vaikutus koemaiden reaktioon. Monivuotisista kokeista on 9:stä otettu maanäytteet paitsi kokeen alkaessa —52 myös kokeen loppuessa syksyllä —56, jolloin näytteet otettiin ruuduittain. Näistä kentistä on ollut 3 hieta-, 4 savi- ja hiesu- sekä 2 turvemaalla. Lyhyyden vuoksi esitetään seuraavassa asetelmassa näistä maanäytteistä tehdyistä pH-mittauksista vain keskiarvot.

Luvuista nähdään, että jo 5 vuoden kohtuullisen käytön (31 kg vuodessa, yht. 155 kg/ha typpeä) jälkeen tuntuu ammoniumia sisältävien lannoitteiden vaikutus maan pH-luvuissa. Suuntaus saadaan samaksi molemmilla mittaustavoilla, mutta tilastollinen merkitsevyys tulee tässä aineistossa vain vedessä mitatuille pH-arvoille.

3 8550—58/1,73

Aika ja koejäsen *Zeit und Versuchsglied*			Mittaus vedessä *Messung in Wasser*	Mittaus 1-norm. KCl:ssa *Messung in 1-norm. KCl*
	Kokeen alkaessa —52 — *Bei Beginn des Versuchs*		5.70	4.76
	Kokeen loppuessa —56 — *Bei Aufhören des Versuchs:*			
a	PK-lannoitus — *PK-Düngung*		5.66	4.61
b	» »	+kalkkisalp. — *Kalksalp.*	5.69	4.61
c	» »	+oulunsalp. — *Oulu-Salp.*	5.70	4.59
d	» »	+ammonsalp — *Ammonsalp.*	5.68	4.62
e	» »	+montansalp.— *Montansalp.*	5.58	4.53
f	» »	+amm.sulf. — *Ammoniumsulf.*	5.53	4.54
		merkitsevä erotus *signifikante Differenz*	0.10*	ei merk. *nicht signif.*

Yhteenveto

Kaikkiaan 141 kenttäkokeen, joista 12 on ollut 5-vuotisia, tulosten pohjalla on tarkasteltu erilaisten typpilannoitteiden vaikutusta Suomen kasvinviljelyssä. Vertailuissa on kalkkisalpietaria pidetty standardilannoitteena, jonka vaikutukseen on verrattu muissa typpilannoitteissa annettujen samojen typpimäärien vaikutusta.

Jos kalkkisalpietarin antama keskimääräinen sadonlisäys, 462 ry/31 kg typpeä, otetaan vertailun lähtökohdaksi, saadaan seuraavat keskimääräiset suhdeluvut:

kalkkisalpietari	100
oulunsalpietari (kalkkiammonsalpietari)	99
ammonsalpietari	99
montansalpietari (ammoniumsulfaattisalp.)	92
ammoniumsulfaatti	92

Siten oulunsalpietarin ja ammonsalpietarin vaikutus on keskimäärin ollut sama kuin kalkkisalpietarin, mutta montansalpietarin ja ammoniumsulfaatin kummankin 8 % huonompi.

Parhaiten ovat ammoniumia sisältävät typpilannoitteet pystyneet kilpailemaan kalkkisalpietarin kanssa nurmien lannoituksessa, jossa oulunsalpietari ja ammonsalpietari ovat antaneet jopa hieman parempia tuloksia kuin kalkkisalpietari. Korsiviljojen typpilannoitteena on kalkkisalpietari antanut parempia tuloksia kuin muut.

Ammoniumia sisältävät lannoitteet ovat olleet parhaiten kilpailukykyisiä kalkkisalpietarin kanssa hieta- sekä multa- ja turvemailla, vähimmin savi- ja hiesumailla.

Eri typpilannoitelajien vaikutuksen suhtautumista maan happamuuteen on yritetty selvittää, mutta selviä suuntauksia ei ole saatu esille, mikä johtuu todennäköisesti aineiston suppeudesta ja koemaiden verraten ahtaasta pH-amplitudista.

Monivuotisissa kokeissa tulee esille sellainen piirre, että vaikka happamasti vaikuttavilla lannoitteilla (montansalpietari ja ammoniumsulfaatti) alkuun voidaan saada suunnilleen samanlaisia sadonlisäyksiä kuin esim. kalkkisalpietarilla, niiden vaikutus jatkuvasti käytettäessä huononee. Maan happamuutta lisäävä vaikutus on tullut näkyviin jo 5 vuotta kestäneen sangen kohtuullisen lannoituksen jälkeen.

Kirjallisuutta

Bonnier, G. & Tedin, O. 1940. Biologisk variationsanalys. 325 s. Stockholm.

Franck, O. 1955. Kalkkväve som gödselmedel. Statens Jordbruksförsök, Medd. 54.

Huppert, V. & Buchner, A. 1953. Neue Versuchsergebnisse über die Wirkung der Stickstofformen unter besonderer Berücksichtigung der Umweltverhältnisse. Z. f. Pflanzenernährung. Düngung Bodenkunde 60 (105): 62—92.

Lagerroth, S. 1957. Några preliminära resultat från fastliggande försök med olika kvävegödselmedel. K. Skogs- och Lantbr.akad. Tidskr. 96: 345—356.

Pohjakallio, O. 1934. Peltojemme typpilannoituksesta kotimaisten kokeiden valossa. Valt. maatal. koetoim. tied. 77: 1—44.

Salonen, M. 1954. Oulunsalpietari typpilannoitteena. Koetoim. ja käyt. 11: 9.

—»— 1955. Oulunsalpietarista koetuloksia kahdelta vuodelta. Ibid. 12: 5.

Tuorila, P. 1949. Typpilannoitteita vertailevien kenttäkokeiden tuloksia. Koetoim. ja käyt. 6, 11: 1.

Väkilannoitteet maataloutemme kohottajina. Pellervo-Seura. 263 s. Helsinki 1955.

Referat

Vergleich der Wirkung verschiedener Stickstoffdüngemittel

Ergebnisse von Feldversuchen aus den Jahren 1952—56

MARTTI SALONEN

Zentrale für Landwirtschaftliche Forschung, Abteilung für Agrikulturchemie und -physik, Tikkurila, Finnland

In den Jahren 1952—56 wurde eine Reihe von vergleichenden Versuchen mit verschiedenen Stickstoffdüngemitteln durchgeführt, deren Versuchsschema folgendes war:

		Stickstoffdüngung	*kg/ha*
a	Grunddüngung Phosph. u. Kali		
b	» » » »	+ Kalksalpeter	200
c	» » » »	+ Kalkammonsalpeter —52	150
		sog. Oulu-salpeter —53—56	125
d	» » » »	+ Ammonsalpeter	100
e	» » » »	+ Montansalpeter	120
f	» » » »	+ Ammoniumsulfat	150

Bei allen Düngemittelarten wird dieselbe Menge Stickstoff gegeben, 31 kg/ha. Soweit Kartoffeln oder Hackfrüchte Versuchspflanzen waren, wurden die Mengen doppelt zugeführt.

Eine Art Standarddüngemittel in dem Versuch war Kalksalpeter, der in Finnland während der ganzen Zeit, wo er im Handel war, das beliebteste Stickstoffdüngemittel gewesen ist und sich als sehr geeignet für die in Finnland gegebenen Verhältnisse erwiesen hat (kurzer und kühler Sommer, saure Böden).

Die Einbeziehung von Kalkammonsalpeter in den Versuch war nicht nur darum notwendig, weil er der wichtigste Wettbewerber von Kalksalpeter ist, sondern auch darum, weil zur Zeit der Planung der Versuche in Finnland eine eigene Stickstoffabrik erbaut wurde, deren Haupterzeugnis Kalkammonsalpeter sein sollte. Das Werk nahm seinen Betrieb erst im Herbst —52 auf, weswegen im Frühjahr —52 ausländischer 20.5 %iger Kalkammonsalpeter, in allen übrigen Jahren aber einheimischer angewandt wurde, dessen Stickstoff-% 25 beträgt und der unter dem Namen Oulu-Salpeter im Handel gewesen ist. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse, die mit ausländischem Kalkammonsalpeter im Jahre —52 und mit einheimischem Oulu-Salpeter in den Jahren —53—56 erhalten worden sind, gesondert angegeben, aber im übrigen sind alle mit Kalkammonsalpeter erzielten Resultate zusammengefasst worden, da in der Wirkung des 20.5 %igen und des 25 %igen Erzeugnisses kaum Unterschiede zu erwarten sind, weil die Stickstoffmenge dieselbe ist.

Der Ammonsalpeter ist ein zur Herabsetzung von Verhärtung besonders behandeltes Ammoniumnitrat, wie man es, wenn es schwer war Stickstoffdüngemittel zu bekommen in Finnland in gewissem Masse als Dungemittel angewandt hat.

Der Montansalpeter ist sog. Ammoniumsulfatsalpeter, eine Mischung von Ammoniumsulfat und Ammoniumnitrat im Verhältnis 1: 1.

Schliesslich kam in den vergleichenden Versuchen Ammoniumsulfat vor, das in Finnland seiner sauren Wirkung wegen nur ganz wenig angewandt worden ist.

So etwas wie Kalkstickstoff ist in diese vergleichenden Versuche nicht einbezogen worden, da seine Anwendungsmöglichkeiten sehr stark von denen der übrigen Stickstoffdüngemittel abweichen.

Die in verschiedenen Gegenden Finnlands angelegten vergleichenden Versuche waren sowohl 1-jährige als auch 5 Jahre dauernde Wiederholungsdüngungsversuche. Die jährlichen Ergebnisse der mehrjährigen Versuche sind, beim Vergleich mit den bei verschiedenen Pflanzen, verschiedenen Bodenarten usw. erhaltenen Ergebnissen, mit denen der 1-jährigen zusammengefasst worden.

In den Tabellen 1—9 sind alle Ertragsergebnisse in skandinavischen Futtereinheiten angegeben (FE = 1 kg Gerste oder Weizen, 1.2 kg Hafer, 2.5 kg Heu). Stroherträge sind nicht berücksichtigt worden.

Da die Anzahl der Versuche verhältnismässig gering ist und bei den Vergleichen die Verteilung auf verschiedene Gruppen sehr ungleichmässig sein kann, sind alle Mittelwerte sog. gewogene, wobei jeder einzelne Versuch auf die Mittelwerte auf gleiche Weise einwirkt, unabhängig von Gruppierungen.

Ergebnisse bei Kleegras

Die in den verschiedenen Jahren erhaltenen Ergebnisse sind aus Tabelle 1 zu ersehen. Zur Erleichterung der Vergleiche sind die Mehrerträge in den Tabellen nicht nur als FE, sondern auch als Verhältniszahlen angegeben, wobei die Wirkung von Kalksalpeter = 100 gesetzt ist.

Die bei Kleegrasschlägen verschiedenen Alters erhaltenen Ergebnisse sind aus Tabelle 2 zu ersehen. Auf jüngeren Kleegrasfeldern hat die Stickstoffdüngung bessere Ergebnisse erzielt als auf alten. In gewissen Masse, wenn auch weniger deutlich, stellt sich der Zug heraus, dass die Ammonium enthaltenden Stickstoffdüngemittel bei älteren Kleegrasfeldern günstiger sein können als bei jüngeren. Das kann mit der Veränderung des Pflanzenartenbestandes des Kleegrasbestand zusammenhängen.

An verschiedenen Bodenarten haben wegen des geringen Umfangs des Materials nur 3 Gruppen einbezogen werden können, Tabelle 3. In der Gruppe der Feinsandböden haben die verschiedenen Stickstoffdüngemittel sehr gleichartige Resultate gegeben. Bei der Gruppe der Ton- und Schluffböden sind Montansalpeter und Ammoniumsulfat schlechter als die übrigen gewesen. Bei der Gruppe der Torf- und Mullböden wiederum sind die Unterschiede unsicher.

In Tabelle 4 sind die Wirkungen der verschiedenen Stickstoffdüngemittel in den nördlichen und südlichen Teilen Finnlands miteinander verglichen worden. Da in Nordfinnland keine Versuche auf Ton- und Schluffböden ausgeführt worden sind, ist von dieser Gruppe von Bodenarten abgesehen worden. In Nordfinnland ist die Wirkung der Stickstoffdüngung durchschnittlich 10—20 % grösser als in Südfinnland gewesen. Vielleicht beruht es nur auf der geringen Anzahl der Versuche, dass die ammoniumhaltigen Düngemittel auf den Feinsandböden Nordfinnlands guten, aber auf den dortigen Torfböden schlechten Erfolg gehabt haben.

Ergebnisse bei Getreide

Getreidearten kommen als Versuchspflanzen in einer geringeren Anzahl von Versuchen als Kleegras vor. In Tabelle 5 sind zunächst die Ergebnisse für jede Getreideart gesondert angegeben, aber wegen der geringen Anzahl der Versuche kann an ihnen der Zufall sehr stark beteiligt sein. Im unteren Teil der Tabelle sind die durchschnittlichen Ergebnisse aller Getreidearten vermerkt, wenngleich zuzugeben ist, dass das Zusammenziehen der Ergebnisse von Pflanzen wie Gerste und Hafer, die sich zu der Azidität auf so verschiedene Weise verhalten, nicht unanfechtbar wäre. Die mit Getreide erzielten Ergebnisse weisen darauf hin, dass Kalksalpeter das für sie am besten geeignete Stickstoffdüngemittel ist; die übrigen sind schlechter und Montansalpeter sowie Ammoniumsulfat besonders für Weizen und Gerste noch ausgesprochen schlechter.

Zusammenstellung aller Versuche

Bei 67 % der Versuche ist Kleegras und bei den übrigen sind Getreide Versuchspflanzen gewesen. Dieses Verhältnis kommt der heute in Finnland bestehenden Nutzung der Anbaufläche ziemlich nahe. Man kann annehmen, dass die Mittelwerte aller Versuche den Wert der verschiedenen Stickstoffdüngemittel durchschnittlich in der Landwirtschaft Finnlands angeben. Das Berechnen der Mittelwerte für die Erträge des Kleegrases und der Halmfrüchte kann vorgenommen werden, wenn beide in Futtereinheiten ausgedrückt sind. Diese Mittelwerte aller Versuche sind in Tabelle 6 nach Bodenartengruppen geordnet sowie alle vereinigt zu sehen. Es ist zu erkennen, dass die Wirkung von Kalksalpeter, Oulu-Salpeter und Ammonsalpeter im Mittel ungefär gleich ist, aber Montansalpeter und Ammoniumsulfat deutlich schlechter als die übrigen sind.

pH des Bodens und die Wirkung der verschiedenen Stickstoffdüngemittel

Bei dem Boden der meisten Versuchsfelder ist die pH-Messung in einer Wasseraufschlämmung ausgeführt worden. Um die Wirkung der verschiedenen Stickstoffdüngemittel bei den verschiedenen Aziditätsstufen zu erhellen, sind die Versuchsergebnisse in Tabelle 7 nach dem pH des Bodens gesondert für Kleegras und Getreide gruppiert. Die Zahlen lassen aber keine deutlichen Ausrichtungen erkennen, was auf dem geringen Umfang des Materials und darauf beruhen kann, dass das in den Versuchen vorkommende pH-Gebiet verhältmässig eng ist.

In Tabelle 8 sind sowohl die Kleegras- als auch die Getreideergebnisse gemäss dem pH des Bodens der Versuchsfelder nach Bodenartengruppen angegeben. Nur in der Gruppe der Ton- und Schluffböden tritt der Zug hervor, dass die sauer wirkenden Düngemittel in dem sauersten Boden am schlechtesten wirken, aber auch nur sehr unsicher. Es scheint sich so zu verhalten, dass der Einfluss der sauer wirkenden Düngemittel schlechter ist als der der übrigen in dem ganzen verhältnismässig engen Gebiet der Bodenzidität, das in diesen Versuchen vertreten gewesen ist.

Ergebnisse der 5 Jahre in Gang gewesenen Wiederholungsdüngungsversuche

Im ganzen waren es 12 an demselben Ort fortgeführte Versuche, in denen 5 Jahre nacheinander Stickstoffdüngungen durchgeführt worden sind. Die Entwicklung der Wirkung der verschiedenen Stickstoffdüngemittel in diesen Versuchen ist aus Tabelle 9 zu ersehen. Die Mehrertragszahlen (am deutlichsten in Verhältniszahlen) lassen eine

solche Entwicklung erkennen, dass die betreffenden Zahlen der sauer wirkenden Düngemittel Montansalpeter und Ammoniumsulfat im Vergleich mit denen von Kalksalpeter im Laufe der Jahre abnehmen. Am deutlichsten wird die Entwicklung in der Gruppe der Ton- und Schluffböden sichtbar. In Abb. 1 ist diese Entwicklung, durchschnittlich bei den 5 Jahre fortgeführten Versuchen, anschaulich zu ersehen.

Bei 9 der mehrjährigen Versuche sind am Ende der 5-jahresperiode nach Versuchsgliedern Bodenproben entnommen und von ihnen pH-Bestimmungen sowohl in Wasser- als auch in 1-norm. Kaliumchlorid-Aufschlämmung gemacht worden. Die Mittelwerte der Messungsergebnisse sind S. 18 dargestellt. Aus den Zahlen ist zu ersehen, wie schon eine 5 Jahre fortgeführte mässige Stickstoffdüngung (31 kg/ha Stickstoff jährlich) auf die Weise zu spüren ist, dass Montansalpeter und Ammoniumsulfat die Azidität des Bodens steigern.

Zusammenfassung

Nach den Ergebnissen von insgesamt 141 Feldversuchen, von denen 12 fünf Jahre angedauert haben, ergeben sich als Werte der verschiedenen Stickstoffdüngemittel unter Verhältnissen, wie sie in Finnland bestehen, folgende Verhältniszahlen, wenn der Kalksalpeter gleich 100 gesetzt wird:

Kalksalpeter	100
Oulu-Salpeter (Kalkammonsalpeter)	99
Ammonsalpeter	99
Montansalpeter	92
Ammoniumsulfat	92